

Japanese Laid-Open Patent Publication No. 11-215092

Page 7, left column, line 38 to right column, line 18,  
Page 7, right column, line 27 to page 8, left column,  
line 23, page 8, left column, lines 33 to 41, Fig. 5

[0019]

In FIG.1, a transmission switching network 1 has scramble sections 10#1 to 10#N. In the scramble sections 10#1 to 10#N, respective data are subjected to the scramble while employing a plurality of scramble sequences #1 to #N. Digital transmission data sequence segmented into an appropriate unit that is subjected to the scramble is input to the scramble sections 10#1 to 10#N. For instance, the digital transmission data sequence is input while being segmented into an appropriate unit that is capable of being transmitted by the use of one OFDM symbol.

[0020]

The scramble sections 10#1 to 10#N carry out the scramble in such a manner as to apply the scramble sequences #1 to #N to the input transmission data sequence respectively to output to a modulating section 14. Thus, the transmission data sequence is converted into a different transmission sequence, before being supplied to the modulating section 14.

[0021]

The modulating section 14 causes the input

transmission data sequence to be executed subcarrier modulation depending on the predetermined modulation system. The output of the modulating section 14 is supplied to an OFDM signal generating section 15. The OFDM signal generating section 15 carries out signal processing to generate OFDM symbol, followed by outputting it to a selecting section 16. Such a signal processing is mapping for the subcarrier, conversion processing into time signal depending on inverse fast Fourier transform (IFFT), and additional processing with guard period for absorbing a delay wave component due to multipath and so forth.

[0022]

The selecting section 16 arbitrarily selects the OFDM signals to be transmitted or selects them depending on specific evaluation reference to supply to a transmitting section 17. The transmitting section 17 carries out processing to the input OFDM symbol, followed by transmitting transmission signals from an antenna 18 with the predetermined transmission frequency and transmission power. The processing carried out by the transmitting section 17 is DA conversion processing, frequency conversion processing, filtering processing, amplification processing and so forth.

[0023]

It should be noted that there might be various methods as a selecting method for the selecting section

16. For instance, in the selecting section 16, it is suitable that selection is made to execute the OFDM signal by the selecting section 16 from the scramble sequence #1 in order, or selection is made to execute the OFDM signal by the selecting section 16 arbitrarily. Further, in the selecting section 16, selection is made to execute different scramble sequence from the last time by the selecting section 16 at least with respect to the same data when a repeat request occurs from a reception side.

[0026]

On the other hand, in the reception switching network, a reception signal received through an antenna 19 is supplied to a receiving section 110. The receiving section 110 carries out filtering processing, amplification processing, frequency conversion processing, and AD conversion processing and so forth, to convert the reception signal into OFDM symbol of a baseband, followed by supplying to a OFDM signal demodulating section 111.

[0027]

The OFDM signal demodulating section 111 obtains former digital data sequence in such a manner that processing is made to execute demodulating processing such as removal processing of the guard period, Fourier transform processing, de-mapping processing and so forth for the input OFDM symbols.

[0028]

In the reception switching network 2, there exists descramble sections 112#1 to 112#N for carrying out descramble while employing descramble sequences #1 to #N corresponding to the respective scramble sequence #1 to #N which are used at the time of transmission.

[0029]

Demodulation digital data sequence from the OFDM signal demodulating section 111 is supplied to these descramble sections 112#1 to 112#N. The descramble sections 112#1 to 112#N carry out descramble of the digital data sequence input while using the descramble sequences #1 to #N respectively, before outputting to a selecting section 116.

[0030]

The transmission side selects to be transmitted one of transmission data sequences, which are subjected to the scramble by a plurality of scramble sequences. Consequently, only one output from among outputs from a plurality of descramble sections 112#1 to 112#N of the reception side is one which is subjected to the descramble properly.

[0031]

The selecting section 116 selects an output which is subjected to the descramble properly from among the outputs of the descramble sections 112#1 to 112#N to output as a reception data sequence.

[0102]

FIG. 9 is a block diagram illustrating another embodiment of the present invention. In FIG. 9, the same signs are added to the same configuration elements as that of FIG. 1 to omit explanations thereof.

[0103]

The present embodiment differs from the embodiment of FIG. 1 in that the present embodiment does not carry out the scramble to the transmission data sequence but carries out bit interleave to the transmission data sequence. The transmission side has a plurality of bit interleave sections 70#1 to 70#N for carrying out the bit interleave by the use of a plurality of bit interleave procedures #1 to #N which are different from one another.

[0104]

The transmission data sequence is segmented into an appropriate unit that is capable of being transmitted by the use of the OFDM symbol condition, before being supplied to a plurality of the bit interleave sections 70#1 to 70#N. The respective bit interleave sections 70#1 to 70#N cause the transmission data sequences to be subjected to the bit interleave while employing the bit interleave procedures #1 to #N which are different from one another to output to the modulating section 14. According to this processing, although a plurality of transmission sequences input to the modulating section 14 belong to the same transmission data sequence, these become different therefrom.

[0105]

On the other hand, in the reception side, demodulation digital data sequences from an OFDM signal demodulating section 111 are supplied to bit deinterleave sections 718#1 to 718#N. The bit deinterleave sections 718#1 to 718#N cause the demodulation digital data to be subjected to the bit deinterleave while employing the bit deinterleave procedures #1 to #N. The respective bit deinterleave procedures #1 to #N correspond to the bit interleave procedures #1 to #N used in the transmission side.

[0106]

Another configuration is the same as that of the embodiment of FIG.1.

## FIG. 1

TRANSMISSION DATA SEQUENCE, RECEPTION DATA SEQUENCE

1 TRANSMISSION SWITCHING NETWORK

2 RECEPTION SWITCHING NETWORK

10#1 SCRAMBLE SECTION (#1)

10#2 SCRAMBLE SECTION (#2)

10#3 SCRAMBLE SECTION (#3)

10#N SCRAMBLE SECTION (#N)

14 MODULATING SECTION

15 OFDM SIGNAL GENERATING SECTION

16 SELECTING SECTION

17 TRANSMITTING SECTION

110 RECEIVING SECTION

111 OFDM SIGNAL DEMODULATING SECTION

112#1 DESCRAMBLE SECTION (#1)

112#2 DESCRAMBLE SECTION (#2)

112#3 DESCRAMBLE SECTION (#3)

112#N DESCRAMBLE SECTION (#N)

116 SELECTING SECTION

## FIG. 9

TRANSMISSION DATA SEQUENCE, RECEPTION DATA SEQUENCE

14 MODULATING SECTION

15 OFDM SIGNAL GENERATING SECTION

16 SELECTING SECTION

17 TRANSMITTING SECTION

70#1 BIT INTERLEAVE SECTION (#1)

70#2 BIT INTERLEAVE SECTION (#2)

70#3 BIT INTERLEAVE SECTION (#3)

70#4 BIT INTERLEAVE SECTION (#4)

70#N BIT INTERLEAVE SECTION (#N)

110 RECEIVING SECTION

111 OFDM SIGNAL DEMODULATING SECTION

718#1 BIT DEINTERLEAVE SECTION

718#2 BIT DEINTERLEAVE SECTION

718#3 BIT DEINTERLEAVE SECTION

718#4 BIT DEINTERLEAVE SECTION

718#N BIT DEINTERLEAVE SECTION

116 SELECTING SECTION



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-215092

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

// H 0 3 M 13/22

H 0 3 M 13/22

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-10626

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月22日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 行方 稔

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 佐藤 一美

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

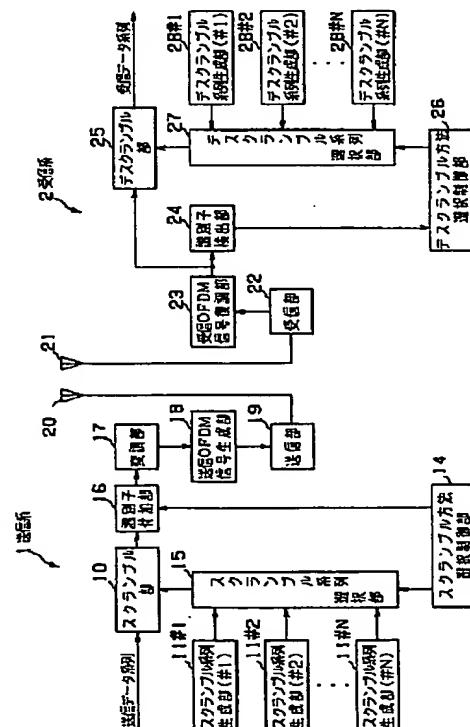
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 OFDM信号送受信方法及びOFDM信号送受信装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM時間波形の振幅を抑制して送信平均電力を高くし、伝送誤りを低減してスループットを向上させる。

【解決手段】 送信側では、スクランブル系列選択部15によってスクランブル系列#1乃至#Nの1つが選択され、送信データ系列に掛けられる。スクランブル方法選択制御部14は選択したスクランブルの情報を識別子付加部16に与え、この情報は、識別子付加部16によって識別子として送信OFDM信号に付加される。受信側においてこの識別子を検出し、検出結果に基づくデスクランブル方法を選択してデスクランブルすることによって、元のデータ系列を得る。スクランブル系列を変更することによってOFDM時間波形を変化させることができ、送信平均電力を高くし、伝送誤りを低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち送信側において、送信データ系列を異なるOFDMシンボルの時間波形に変換するための複数の変換処理から送信に用いる変換処理を選択して送信OFDM信号を生成する処理と、前記送信に用いる変換処理を示す情報を識別子として前記送信OFDM信号に付加する処理とを具備し、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち受信側において、前記送信OFDM信号を受信し、前記識別子を検出する処理と、検出した識別子に基づいて、複数の逆変換処理から送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理を選択して前記送信OFDM信号を前記送信データ系列に変換する処理とを具備したことを特徴とするOFDM信号送受信方法。

【請求項2】 前記送信に用いる変換処理は、複数のスクランブル系列のうちの1つを前記送信データ系列に掛ける処理であり、前記送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理は、複数のデスクランブル系列のうちの1つを前記OFDM信号から得たデジタルデータ系列に掛ける処理であることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項3】 前記送信に用いる変換処理は、複数の符号化方法のうちの1つを前記送信データ系列に施す処理であり、前記送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理は、複数の復号化方法のうちの1つを前記OFDM信号から得たデジタルデータ系列に施す処理であることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項4】 前記送信に用いる変換処理は、複数のビットインターリーブ手順のうちの1つを用いて前記送信データ系列にビットインターリーブを施す処理であり、前記送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理は、複数のビットデインターリーブ手順のうちの1つを用いて前記OFDM信号から得たデジタルデータ系列にビットデインターリーブを施す処理であることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項5】 前記送信に用いる変換処理は、複数のサブキャリアインターリーブ手順のうちの1つを用いて前記送信データ系列から得たサブキャリア系列にサブキャリアインターリーブを施す処理であり、前記送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理は、複数のサブキャリアデインターリーブ手順のうちの1つを用いて前記OFDM信号から得たサブキャリア系列にサブキャリアデインターリーブを施す処理であることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項6】 前記送信OFDM信号を生成する処理は、前記受信側から再送要求が発生した場合には、前回の伝送時と異なる変換処理を選択することを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項7】 前記識別子は、1ビット以上のバイナリビットによって前記OFDM送信信号に付加されることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項8】 前記識別子は、1本以上のサブキャリアによって前記OFDM送信信号に付加されることを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項9】 前記識別子は、ASK変調、PSK変調又はQAM変調のいずれか1つの変調方式によって変調されたサブキャリアによって伝送されることを特徴とする請求項8に記載のOFDM信号送受信方法。

【請求項10】 OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち送信側において、送信データ系列を異なるOFDMシンボルの時間波形に変換するための複数の変換処理から送信に用いる変換処理を選択して送信OFDM信号を生成するOFDM信号生成手段と、前記送信に用いる変換処理を示す情報を識別子として前記送信OFDM信号に付加する付加手段とを具備し、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち受信側において、前記送信OFDM信号を受信し、前記識別子を検出する検出手段と、検出した識別子に基づいて、複数の逆変換処理から送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理を選択して前記送信OFDM信号を前記送信データ系列に変換する手段とを具備したことを特徴とするOFDM信号送受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタルデータ系列をOFDM信号を用いて無線伝送するためのOFDM信号送受信方法及びOFDM信号送受信装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、屋内ならびに屋外での高速無線データ通信システムが注目されている。高速なデータ通信を実現する無線通信システムでは、電波伝播環境により生じる多重反射電波伝播（マルチパス伝播）による符号間干渉の軽減が必須である。

【0003】この符号間干渉による受信特性の劣化は、データ伝送速度が高速になるほど、またサービスエリアが広がるほど大きくなる。従来から耐マルチパス受信技術として、最尤系列推定器（MLSE）や判定帰還形等化器（DFE）等の適応自動等化器が多く検討されているが、高周波を利用した高速なデータ通信システムに

適用すると、装置規模が大きくなってしまふ。従って、小型化、低消費電力化、低コスト化が望まれる携帯端末への適応自動等化器の搭載は非現実的である。しかも、電波伝播モデルが明確に設定できない小ゾーン通信では、適応自動等化器の設計ができない。

【0004】そこで、原理的に劣悪なマルチパス電波伝播環境に耐性を持ち、高品質なデータ伝送が実現できるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) (直交周波数分割多重) 伝送方式が検討されている。OFDM信号には、送信波形の一部を複製したガード期間(冗長期間)が設けられており、このガード期間がマルチパス伝播歪みを吸収する。

【0005】しかし、OFDM信号は、広帯域で互いに独立なデータ系列で変調されたサブキャリアで構成されるため、OFDM信号時間波形の振幅特性は、サブキャリア数が増えるほどガウス性(正規分布)となる。それゆえ、シングルキャリア伝送方式と異なり、振幅変動と最大振幅値が大きく、送受信装置に幅広いダイナミックレンジを必要とする。従って、送信電力増幅器のバックオフを小さく設定した場合には、電力増幅による非線形歪みが生じてしまふ。OFDM信号は非線形歪みを受けると、サブキャリア間の直交性が崩れ、急激に伝送特性が劣化する。このため、特に送信電力増幅器のバックオフを大きく設定しなければならず、送信電力増幅器の低効率化を余儀なくされる。

【0006】この解決策として、OFDMシンボル(時間波形)ごとに送信電力を制御する方法が検討されている。この方式では、OFDMシンボルをそのシンボル内のピーク振幅で正規化することにより、全てのOFDMシンボルでピーク電力を一定にする。ピーク電力が全シンボルで一定であるので、送信電力増幅器のバックオフ量を低減し、且つ一定にすることが可能となる。

【0007】しかしながら、結果的にこの方法では送信シンボル毎の送信電力が異なるので、伝送品質を一定にすることができない。従って、振幅変動が大きく、且つ大きな振幅のOFDMシンボルについては、平均電力の抑圧が大きく、結果的に伝送品質の劣化、すなわち伝送誤りが生じ易くなる。特にデータの再送制御を行うような通信システムでは、伝播環境が変化しない限り、何回再送しても受信できないシンボルが存在することもある。

【0008】そこで別の解決策として、所定伝送情報(ビット)に冗長情報(ビット)を付加してOFDMシンボルの時間波形の振幅変動や最大振幅値を抑圧し、送信電力増幅器の高効率動作と非線形歪みの低減を図る技術が検討されている。

【0009】これは、OFDM信号の送信波形を変化させて最大振幅値の低減を図る方法であるが、送信情報と冗長情報との組合せテーブルを送受信装置で持たねばならない。このテーブルは膨大なメモリ空間を必要とし、

装置規模が大きくなってしまふ。更に、受信機では、伝送誤りによってテーブルに存在しない組合せを受信すると、シンボル全体が受信不能となる可能性がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来、OFDM伝送においては、特別大規模な装置無しで送信電力増幅器を効率良く動作させるために、OFDMシンボル毎に時間波形の最大振幅を正規化して送信する方法が採用されることがあるが、この方法では、送信OFDMシンボル毎に伝送品質が変化するので、伝播誤りが生じ易く、更に再送制御が可能なデータ伝送には不向きであるという問題点があった。また、OFDMシンボル毎の送信情報に冗長情報を付加して、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅値を抑圧する方法が採用されることもあるが、この方法では、送信情報と冗長情報との組合せテーブルを送受信装置が備える必要があり装置規模が増大してしまうと共に、テーブルに存在しない系列を受信すると受信データ系列全てを廃棄しなければならなくなるという問題点があった。

【0011】本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであって、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることによりデータ伝送時の伝送誤りを軽減することができるOFDM信号送受信方法及びOFDM信号送受信装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係るOFDM信号送受信方法は、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち送信側において、送信データ系列を異なるOFDMシンボルの時間波形に変換するための複数の変換処理から送信に用いる変換処理を選択して送信OFDM信号を生成する処理と、前記送信に用いる変換処理を示す情報を識別子として前記送信OFDM信号に付加する処理とを具備し、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち受信側において、前記送信OFDM信号を受信し、前記識別子を検出する処理と、検出した識別子に基づいて、複数の逆変換処理から送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理を選択して前記送信OFDM信号を前記送信データ系列に変換する処理とを具備したものであり、本発明の請求項10に係るOFDM信号送受信装置は、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち送信側において、送信データ系列を異なるOFDMシンボルの時間波形に変換するための複数の変換処理から送信に用いる変換処理を選択して送信OFDM信号を生成するOFDM信号生成手段と、前記送信に用いる変換処理を示す情報を識別子として前記送信OFDM信号に付加する付加手段とを具備し、OFDM信号を送受信する無線局相互間のうち受信側において、前記送信OFDM信号を受信し、前記識別子を検出する検出手段と、検出した識別子に基づいて、複数の逆変換処理が

ら送信に用いられた変換処理に対応する逆変換処理を選択して前記送信OFDM信号を前記送信データ系列に変換する手段とを具備したものである。

【0013】本発明の請求項1において、送信側では、送信データ系列を異なるOFDMシンボルの時間波形に変換するため複数の変換処理から送信に用いる変換処理を選択する。これにより、送信するOFDMシンボルの時間波形を変化させることができ、OFDMシンボルの最大振幅を低減させることが可能となる。また、選択した変換処理は識別子として送信OFDM信号に付加されて伝送される。受信側では、識別子によって送信側の変換処理に対応する逆変換処理を選択する。この逆変換処理によって受信したOFDM信号から元の送信データ系列を得る。

【0014】本発明の請求項10においては、OFDM信号生成手段によって送信データ系列は変換処理に基づくOFDMシンボルの時間波形に変換される。送信に用いられた変換処理を示す情報は識別子として送信OFDM信号に付加されて送信される。受信側においては、検出手段によって識別子が検出され、検出された識別子に基づく逆変換処理によって、受信されたOFDM信号が元の送信データ系列に戻される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は本発明に係るOFDM信号送受信装置の一実施の形態を示すブロック図である。図1の実施の形態は本発明を無線通信システムを構成する基地局又は無線端末に適用した例である。

【0016】本実施の形態において、基地局は、送信データ系列に所定のスクランブル系列を掛けることによって、送信するOFDMシンボルの時間波形の最大振幅値を低くするようになっている。

【0017】図1において、送信系1のスクランブル部10にはスクランブルを掛ける単位に区切られたデジタル送信データ系列が入力される。送信側は複数のスクランブル系列生成部11#1乃至11#Nを有している。スクランブル系列生成部11#1乃至11#Nは、夫々スクランブル系列#1乃至#Nを生成してスクランブル系列選択部15に出力するようになっている。

【0018】スクランブル系列選択部15は後述するスクランブル方法選択制御部14に制御されて、入力されたスクランブル系列#1乃至#Nの1つを選択してスクランブル部10に出力する。スクランブル部10は送信データ系列に入力されたスクランブル系列を掛けて出力するようになっている。

【0019】スクランブル部10からの送信データ系列は識別子付加部16に与えられる。識別子付加部16は、スクランブル方法選択制御部14からスクランブルに用いられたスクランブル系列を示す情報が与えられており、この情報を識別子として送信データ系列に付加し

て変調部17に出力するようになっている。

【0020】変調部17は入力された送信データ系列を所定の変調方式でサブキャリア変調する。変調部17の出力は送信OFDM信号生成部18に供給される。送信OFDM信号生成部18は、高速逆フーリエ変換(IFFT)による時間信号への変換処理及びマルチパスによる遅延波成分を吸収するためのガード期間付加処理等の信号処理を行ってOFDMシンボルを生成して送信部19に出力する。

【0021】送信部19は、入力されたOFDMシンボルにDA変換処理、周波数変換処理、フィルタリング処理及び増幅処理等を施して送信信号を作成してアンテナ20に供給する。アンテナ20はOFDM送信信号を放射する。

【0022】スクランブル方法選択制御部14は、スクランブル系列選択部15を制御して、所定の選択方法によってスクランブル系列を選択させるようになっている。例えば、スクランブル方法選択制御部14は、スクランブル系列#1から順番に選択させてもよく、ランダムに選択させてもよい。また、スクランブル方法選択制御部14は、受信側から再送要求が発生した場合には、少なくとも同一データについては、前回と異なるスクランブル系列を選択させるようになっている。

【0023】また、スクランブル方法選択制御部14は、送信OFDM信号生成部18からのOFDMシンボルの最大振幅を検出し、この最大振幅が最小となるようにスクランブル系列を選択してもよい。更に、スクランブル方法選択制御部14は、送信データ系列とOFDMシンボルの最大振幅値との対応を示すテーブルを備えて、最大振幅値が最小となるようにスクランブル系列を選択してもよい。

【0024】一方、受信系においては、アンテナ21を介して受信された受信信号は受信部22に供給される。受信部22は、フィルタリング処理、増幅処理、周波数変換処理及びAD変換処理等を行って、受信信号からOFDMシンボルを得る。このOFDMシンボルは受信OFDM信号復調部23に供給される。

【0025】受信OFDM信号復調部23は、入力されたOFDMシンボルに対してガード期間の除去処理、フーリエ変換処理、デマッピング処理等の復調処理を行って元のデジタルデータ系列を復調する。受信OFDM信号復調部23からの復調デジタルデータ系列はデスクランブル部25及び識別子検出部24に供給される。

【0026】識別子検出部24は、復調されたデジタル系列から識別子を検出してデスクランブル方法選択制御部26に出力する。受信系2においても、送信系1で用いたスクランブル系列#1乃至#Nに対応したデスクランブル系列#1乃至#Nを夫々発生するデスクランブル系列生成部28#1乃至28#Nを有している。デスクランブル系列生成部28#1乃至28#Nは発生した

デスクランブル系列#1乃至#Nをデスクランブル系列選択部27に出力する。

【0027】デスクランブル方法選択制御部26は、識別子検出部24の検出結果に基づいて、送信系1において用いられたスクランブル系列に対応するデスクランブル系列を選択するように、デスクランブル系列選択部27を制御する。デスクランブル系列選択部27は、デスクランブル方法選択制御部26に制御されて、デスクランブル系列#1乃至#Nの1つを選択してデスクランブル部25に出力する。

【0028】デスクランブル部25は、与えられたデスクランブル系列を用いて受信データ系列をデスクランブルする。デスクランブル部25によってデスクランブルされた受信データ系列が出力される。

【0029】次に、このように構成された実施の形態の動作について図2及び図3を参照して説明する。図2及び図3は本発明の一実施の形態に係るOFDM信号送受信方法を示すフローチャートである。

【0030】基地局である送信系1からOFDMデータシンボルを送信し、無線端末である受信系2がOFDMデータシンボルを受信する場合の一例について説明する。

【0031】基地局では、送信データ系列にスクランブルが掛けられる。即ち、図2のステップS1において、スクランブル方法選択制御部14は、選択すべきスクランブル系列をスクランブル系列選択部15に指示する。スクランブル系列選択部15は、この指示に従ってスクランブル系列11#1乃至11#Nから出力されるスクランブル系列#1乃至#Nの1つを選択する。選択されたスクランブル系列がスクランブル部10に与えられ、スクランブル部10はステップS2において送信データ系列にスクランブルを施す。

【0032】本実施の形態においては、スクランブル方法選択制御部14は、スクランブルに用いられたスクランブル系列を示す情報を識別子付加部16に供給している。識別子付加部16によって、スクランブル系列を示す識別子が送信データ系列に付加される（ステップS3）。変調部17は、識別子付加部16の出力に所定の変調処理を施して送信OFDM信号生成部18に出力する。

【0033】次に、ステップS4において、送信OFDM信号生成部18は、高速逆フーリエ変換（IFFT）による時間信号への変換処理及びマルチパスによる遅延波成分を吸収するためのガード期間付加処理等の信号処理を行ってOFDMシンボルを生成する。このOFDM信号は送信部19に与えられ、DA変換処理、周波数変換処理、フィルタリング処理及び増幅処理等が施された後、送信信号としてアンテナ110から送出される（ステップS5）。

【0034】送信OFDM信号生成部18から出力され

るOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であってもスクランブル系列によって変化し、その最大振幅も変化する。送信系1においては、複数のスクランブル系列#1乃至#Nから送信に用いるスクランブル系列を選択してスクランブルを掛けているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小さくすることが可能である。

【0035】これにより、送信部19における増幅を歪無く高効率で行うことができ、伝送誤りを低減することができる。

【0036】一方、受信系2である無線端末は、受信部22によって伝送されたOFDM信号を受信する（図3のステップS6）。受信OFDM信号復調部23は、ステップS7において、受信OFDMシンボルに対して、ガード期間の除去処理、フーリエ変換処理、デマッピング処理等の復調処理を行って元のデジタルデータ系列を得る。

【0037】本実施の形態においては、復調されたデジタルデータ系列から識別子検出部24によって識別子が検出される（ステップS8）。この識別子はデスクランブル方法選択制御部26に与えられ、デスクランブル方法選択制御部26は、送信系1で用いられたスクランブル系列に対応するデスクランブル系列を選択するようにデスクランブル系列選択部27に指示を与える。

【0038】これにより、デスクランブル系列選択部27は、デスクランブル系列生成部28#1乃至28#Nからのデスクランブル系列#1乃至#Nのうち、送信系1で用いられたスクランブル系列に対応するものを選択して（ステップS9）、デスクランブル部25に出力する。

【0039】受信OFDM信号復調部23からのデジタルデータ系列はデスクランブル部25に与えられ、デスクランブル部25において元のデジタルデータ系列に戻される（ステップS10）。

【0040】送信系1からの送信信号に識別子が付加されているので、送信系1においてスクランブル系列を変更した場合でも、送受信機で組み合わせテーブルを備えることなく、受信系2において確実にデスクランブルすることができる。

【0041】ところで、送信系1において、スクランブル方法選択制御部14が最適なスクランブル系列を選択させていない場合には、送信OFDM信号に伝送誤りが生じる可能性もある。この場合には、受信系において、伝送誤りが検出されると、再送要求が発生することがある。

【0042】このような再送要求が発生すると、送信系1は、再送要求があったデータを再送する。この場合には、スクランブル方法選択制御部14は、再送前のデータに用いたスクランブル系列以外のスクランブル系列を選択するようにスクランブル系列選択部15に指示す

る。これにより、送信OFDM信号生成部18からのOFDMシンボルの時間波形は、前回出力したOFDMシンボルの時間波形よりも最大振幅が小さくなる可能性が高い。これにより、受信系2において再送されたデータを誤り無く受信できる可能性が高くなる。

【0043】このように、本実施の形態においては、複数のスクランブル系列から送信するデジタルデータ系列に掛けるスクランブル系列を選択することができるので、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることができる。これにより、伝送誤りを軽減させて、スループットを向上させることが可能となると共に、送受信装置の低消費電力化を図ることもできる。また、選択したスクランブル系列の情報を識別子として付加して送信しているので、送受信機において、組み合わせテーブルを備えることなくデスクランブルが可能である。

【0044】なお、本実施の形態においては、送信側は、複数のスクランブル系列生成部を並列に有する構成で記述してあるが、スクランブル系列生成に必要な生成多項式のみをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。従って、スクランブル系列を示す識別子も、スクランブル系列そのものでなくてよく、送信側と受信側で取り決めた番号等の識別子であってもよいし、生成多項式を記述する16進数や8進数の数字でもよい。これに對をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0045】また、スクランブル部10に入力される送信データ系列には、秘匿のためのスクランブルが施されていてよい。

【0046】図4は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図4において図1と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0047】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなく符号化を施す点が図1の実施の形態と異なる。送信データ系列は符号化を施す単位に区切られて符号化部30に供給される。送信側は複数の符号化方法記憶部31#1乃至31#Nを有している。符号化方法記憶部31#1乃至31#Nは、夫々記憶している符号化方法#1乃至#Nを符号化方法選択部35に出力するようになっている。

【0048】符号化方法記憶部31#1乃至31#Nが記憶する符号化方法としては種々のものが考えられる。例えば、符号化方法としては、受信側で誤り符号を検出したり、検出した誤り符号の訂正を行うための誤り検出符号化や誤り訂正符号化が考えられる。

【0049】符号化方法選択部35は符号化方法選択制御部34に制御されて、入力された符号化方法#1乃至#Nの1つを選択して符号化部30に出力する。符号化部30は送信データ系列に入力された符号化方法を用いて符号化して識別子付加部16に出力するようになっている。

【0050】符号化方法選択制御部34は、符号化方法選択部35を制御して、所定の選択方法によって符号化方法を選択させるようになっている。例えば、符号化方法選択制御部34は、符号化方法#1から順番に選択させてもよく、ランダムに選択させてもよい。また、符号化方法選択制御部34は、受信側から再送要求が発生した場合には、少なくとも同一データについては、前回と異なる符号化方法を選択させるようになっている。

【0051】また、符号化方法選択制御部34は、送信OFDM信号生成部18からのOFDMシンボルの最大振幅を検出し、この最大振幅が最小となるように符号化方法を選択してもよい。更に、符号化方法選択制御部34は、送信データ系列とOFDMシンボルの最大振幅値との対応を示すテーブルを備えて、最大振幅値が最小となるように符号化方法を選択してもよい。

【0052】一方、受信側においては、受信OFDM信号復調部23からの復調デジタルデータ系列は復号化部39及び識別子検出部24に供給される。識別子検出部24は、復調されたデジタル系列から識別子を検出して復号化方法選択制御部36に出力する。

【0053】受信側においても、送信側で用いた符号化方法#1乃至#Nに対応した復号化方法#1乃至#Nを夫々出力する復号化方法記憶部38#1乃至38#Nを有している。復号化方法記憶部38#1乃至38#Nは夫々記憶している復号化方法#1乃至#Nを復号化方法選択部37に出力する。

【0054】復号化方法選択制御部36は、識別子検出部24の検出結果に基づいて、送信側において用いられた符号化方法に対応する復号化方法を選択するように、復号化方法選択部37を制御する。復号化方法選択部37は、復号化方法選択制御部36に制御されて、復号化方法#1乃至#Nの1つを選択して復号化部39に出力する。

【0055】復号化部39は、与えられた復号化方法を用いて受信データ系列を復号化する。復号化部39によって復号化された受信データ系列が出力される。

【0056】他の構成は、図1の実施の形態と同様である。

【0057】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0058】デジタル送信データ系列は、符号化を行う単位に区切られて符号化部30に入力される。符号化方法選択部35は、符号化方法選択制御部34に制御されて、複数の符号化方法#1乃至#Nのうちの1つを選択して符号化部30に出力する。符号化部30はデジタル送信データ系列を、指定された符号化方法で符号化して識別子付加部16に出力する。識別子付加部16には符号化方法選択制御部34から符号化に用いられた符号化方法を示す情報が与えられており、識別子付加部16は、この情報を識別子として送信データに付加して出



力する。

【0059】送信側における他の処理は図1の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であっても符号化方法によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数の符号化方法#1乃至#Nから送信に用いる符号化方法を選択して符号化を行っているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小さくすることが可能である。

【0060】一方、受信側においては、受信OFDM信号復調部23によって復調されたデジタルデータ系列は、識別子検出部24及び復号化部39に与えられる。識別子検出部24が検出した識別子に基づいた復号化方法が選択されることは図1の実施の形態と同様である。復号化部39は、選択された復号化方法を用いて受信デジタルデータ系列を復号化して出力する。

【0061】他の作用は図1の実施の形態と同様である。

【0062】このように本実施の形態においては、複数の符号化方法から送信するデジタルデータ系列に施す符号化方法を選択することができるので、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることができる。これにより、伝送誤りを軽減させて、スループットを向上させることが可能となると共に、送受信装置の低消費電力化を図ることもできる。また、選択した符号化方法の情報を識別子として付加して送信しているので、送受信機において、組み合わせテーブルを備えることなく復号化が可能である。

【0063】また、送信側は、複数の符号化方法記憶部を並列に有する構成で記述してあるが、符号化に必要な生成多項式のみをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよいし、生成多項式を記述する16進数や8進数の数字でも良い。従って、符号化方法を示す識別子も、符号化方法そのものでなくてよく、送信側と受信側で取り決めた符号化方法と復号化方法との組みを表す番号等の識別子であってもよい。これに対をなす受信側も、送信側と同様な構成で良い。

【0064】図5は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図5において図1と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0065】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなくビットインターリーブを施す点が図1の実施の形態と異なる。送信データ系列はビットインターリーブを施す単位に区切られてビットインターリーブ部40に供給される。送信側は複数のビットインターリーブ手順記憶部41#1乃至41#Nを有している。ビットインターリーブ手順記憶部41#1乃至41#Nは、夫々記憶しているビットインターリーブ手順#1乃至#Nをビットインターリーブ手順選択部45に出力するようになっている。

【0066】ビットインターリーブ手順選択部45はビットインターリーブ手順選択制御部44に制御されて、入力されたビットインターリーブ手順#1乃至#Nの1つを選択してビットインターリーブ部40に出力する。ビットインターリーブ部40は送信データ系列を入力されたビットインターリーブ手順に従ってビットインターリーブして識別子付加部16に出力するようになっている。

【0067】ビットインターリーブ手順選択制御部44は、ビットインターリーブ手順選択部45を制御して、所定の選択方法によってビットインターリーブ手順を選択させるようになっている。例えば、ビットインターリーブ手順選択制御部44は、ビットインターリーブ手順#1から順番に選択させてもよく、ランダムに選択させてもよい。また、ビットインターリーブ手順選択制御部44は、受信側から再送要求が発生した場合には、少なくとも同一データについては、前回と異なるビットインターリーブ手順を選択させるようになっている。

【0068】また、ビットインターリーブ手順選択制御部44は、送信OFDM信号生成部18からのOFDMシンボルの最大振幅を検出し、この最大振幅が最小となるようにビットインターリーブ手順を選択してもよい。更に、ビットインターリーブ手順選択制御部44は、送信データ系列とOFDMシンボルの最大振幅値との対応を示すテーブルを備えて、最大振幅値が最小となるようにビットインターリーブ手順を選択してもよい。

【0069】一方、受信側においては、受信OFDM信号復調部23からの復調デジタルデータ系列はビットデインターリーブ部49及び識別子検出部24に供給される。識別子検出部24は、復調されたデジタル系列から識別子を検出してビットデインターリーブ手順選択制御部46に出力する。

【0070】受信側においても、送信側で用いたビットインターリーブ手順#1乃至#Nに対応したビットデインターリーブ手順#1乃至#Nを夫々出力するビットデインターリーブ手順記憶部48#1乃至48#Nを有している。ビットデインターリーブ手順記憶部48#1乃至48#Nは夫々記憶しているビットデインターリーブ手順#1乃至#Nをビットデインターリーブ手順選択部47に出力する。

【0071】ビットデインターリーブ手順選択制御部46は、識別子検出部24の検出結果に基づいて、送信側において用いられたビットインターリーブ手順に対応するビットデインターリーブ手順を選択するように、ビットデインターリーブ手順選択部47を制御する。ビットデインターリーブ手順選択部47は、ビットデインターリーブ手順選択制御部46に制御されて、ビットデインターリーブ手順#1乃至#Nの1つを選択してビットデインターリーブ部49に出力する。

【0072】ビットデインターリーブ部49は、与えら

れたビットデインターリーブ手順に従って受信データ系列をビットデインターリーブすることによって元の順番のデジタルデータ系列を得る。ビットデインターリーブ部49によってビットデインターリーブされた受信データ系列が出力される。

【0073】他の構成は、図1の実施の形態と同様である。

【0074】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0075】デジタル送信データ系列は、ビットデインターリーブを行う単位に区切られてビットデインターリーブ部40に入力される。ビットデインターリーブ手順選択部45は、ビットデインターリーブ手順選択制御部44に制御されて、複数のビットデインターリーブ手順#1乃至#Nのうちの1つを選択してビットデインターリーブ部40に出力する。ビットデインターリーブ部40はデジタル送信データ系列を、指定されたビットデインターリーブ手順に従ってビットデインターリーブして識別子付加部16に出力する。識別子付加部16にはビットデインターリーブ手順選択制御部44からビットデインターリーブに用いられたビットデインターリーブ手順を示す情報が与えられており、識別子付加部16は、この情報を識別子として送信データに付加して出力する。

【0076】送信側における他の処理は図1の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であってもビットデインターリーブ手順によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数のビットデインターリーブ手順#1乃至#Nから送信に用いるビットデインターリーブ手順を選択してビットデインターリーブを行っているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小くすることが可能である。

【0077】一方、受信側においては、受信OFDM信号復調部23によって復調されたデジタルデータ系列は、識別子検出部24及びビットデインターリーブ部49に与えられる。識別子検出部24が検出した識別子に基づいたビットデインターリーブ手順が選択されることは図1の実施の形態と同様である。ビットデインターリーブ部49は、選択されたビットデインターリーブ手順を用いて受信デジタルデータ系列をビットデインターリーブして出力する。

【0078】他の作用は図1の実施の形態と同様である。

【0079】このように本実施の形態においては、複数のビットデインターリーブ手順から送信するデジタルデータ系列に施すビットデインターリーブ手順を選択することができるので、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることができる。これにより、伝送誤りを軽減させて、スループットを向上させることが可能となると共に、送受信装置の低消費電力化を

図ることもできる。また、選択したビットデインターリーブ手順の情報を識別子として付加して送信しているので、送受信機において、組み合わせテーブルを備えることなくビットデインターリーブが可能である。

【0080】また、送信側は、複数のビットデインターリーブ手順記憶部を並列に有する構成で記述してあるが、ビットデインターリーブに必要な並べ替えテーブルをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。ビットデインターリーブ手順を示す識別子は、並べ替えテーブルそのものを示す必要はなく、送信側と受信側で取り決めたビットデインターリーブ手順とビットデインターリーブ手順との組み合わせを表す番号等でよい。これと対をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0081】図6は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図6において図1と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0082】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなくサブキャリアデインターリーブを施す点が図1の実施の形態と異なる。本実施の形態においては、変調部17と送信OFDM信号生成部18との間にサブキャリアデインターリーブ部50が設けられている。

【0083】本実施の形態においては、送信データ系列はOFDMシンボルを生成する単位に区切られて識別子付加部16に供給される。識別子付加部16は、後述するサブキャリアデインターリーブ手順選択制御部54から送信側で選択したサブキャリアデインターリーブ手順についての情報が与えられており、この情報を識別子として送信データ系列に付加して変調部17に出力するようになっている。

【0084】送信側は複数のサブキャリアデインターリーブ手順記憶部51#1乃至51#Nを有している。サブキャリアデインターリーブ手順記憶部51#1乃至51#Nは、夫々記憶しているサブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nをサブキャリアデインターリーブ手順選択部55に出力するようになっている。

【0085】サブキャリアデインターリーブ手順選択部55は、サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部54に制御されて、入力されたサブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nの1つを選択してサブキャリアデインターリーブ部50に出力する。サブキャリアデインターリーブ部50は送信データ系列を入力されたサブキャリアデインターリーブ手順に従ってサブキャリアデインターリーブして送信OFDM信号生成部18に出力するようになっている。

【0086】なお、サブキャリアデインターリーブ部50は、識別子に相当するサブキャリアについてはサブキャリアデインターリーブしないようになっている。

【0087】サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部54は、サブキャリアデインターリーブ手順選択部55



を制御して、所定の選択方法によってサブキャリアインターリーブ手順を選択させると共に、選択するサブキャリアインターリーブ手順についての情報を識別子付加部16に供給する。サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54による選択方法は種々考えられ、例えば、サブキャリアインターリーブ手順#1から順番に選択させてもよく、ランダムに選択させてもよい。また、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54は、受信側から再送要求が発生した場合には、少なくとも同一データについては、前回と異なるサブキャリアインターリーブ手順を選択させるようになっている。

【0088】また、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54は、送信OFDM信号生成部18からのOFDMシンボルの最大振幅を検出し、この最大振幅が最小となるようにサブキャリアインターリーブ手順を選択してもよい。更に、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54は、送信データ系列とOFDMシンボルの最大振幅値との対応を示すテーブルを備えて、最大振幅値が最小となるようにサブキャリアインターリーブ手順を選択してもよい。

【0089】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは、受信OFDM信号受信部61に供給される。受信OFDM信号受信部61は、入力されたOFDMシンボルに対してガード期間の除去処理及びフーリエ変換処理を行って、サブキャリアの状態に戻して識別子サブキャリア検出部62及びサブキャリアデインターリーブ部59に出力する。

【0090】識別子サブキャリア検出部62は、再生されたサブキャリアから識別子のサブキャリアを検出して識別子サブキャリア復調部63に出力する。識別子サブキャリア復調部63は、識別子のサブキャリアを復調して識別子を得る。送信時に、識別子に相当するサブキャリアはサブキャリアインターリーブ対象外となっているので、識別子サブキャリア復調部63によって識別子だけを復調することが可能である。この識別子はサブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56に供給される。

【0091】受信側においても、送信側で用いたサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nに対応したサブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nを夫々出力するサブキャリアデインターリーブ手順記憶部58#1乃至58#Nを有している。サブキャリアデインターリーブ手順記憶部58#1乃至58#Nは夫々記憶しているサブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nをサブキャリアデインターリーブ手順選択部57に出力する。

【0092】サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56は、識別子の検出結果に基づいて、送信側において用いられたサブキャリアインターリーブ手順に対応するサブキャリアデインターリーブ手順を選択するよう

に、サブキャリアデインターリーブ手順選択部57を制御する。サブキャリアデインターリーブ手順選択部57は、サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56に制御されて、サブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nの1つを選択してサブキャリアデインターリーブ部59に出力する。

【0093】サブキャリアデインターリーブ部59は、与えられたサブキャリアデインターリーブ手順に従って受信データのサブキャリアをサブキャリアデインターリーブすることによって元の順番のサブキャリアを得る。サブキャリアデインターリーブ部59の出力は復調部64に与えられる。復調部64は、デマッピング処理及びビット判定等の処理によって、入力されたサブキャリアを受信データ系列に戻して出力するようになっている。

【0094】なお、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54の制御方法は、上記各実施の形態と同様に、種々様々の方法を採用することができることは明らかである。

【0095】他の構成は、図1の実施の形態と同様である。

【0096】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0097】デジタル送信データ系列は、OFDMシンボルを生成する単位に区切られて識別子付加部16に入力される。識別子付加部16にはサブキャリアインターリーブ手順選択制御部54からサブキャリアインターリーブに用いられたサブキャリアインターリーブ手順を示す情報が与えられており、識別子付加部16は、この情報を識別子として送信データ系列に付加して出力する。

【0098】識別子付加部16からの送信データ系列は変調部17に与えられてサブキャリア変調される。本実施の形態においては、変調出力をサブキャリアインターリーブ部50に供給する。

【0099】一方、サブキャリアインターリーブ手順選択部55は、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54に制御されて、複数のサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nのうちの1つを選択してサブキャリアインターリーブ部50に出力する。サブキャリアインターリーブ部50は入力されたデジタル送信データ系列を、指定されたサブキャリアインターリーブ手順に従ってサブキャリアインターリーブして送信OFDM信号生成部18に出力する。この場合には、識別子のサブキャリアはインターリーブされない。

【0100】送信側における他の処理は図1の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であってもサブキャリアインターリーブ手順によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数のサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#

Nから送信に用いるサブキャリアインターリーブ手順を選択してサブキャリアインターリーブを行っているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小さくすることが可能である。

【0101】一方、受信側においては、受信部22によって受信されたOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部61に与えられる。受信OFDM信号受信部61によって、受信データはサブキャリアに戻されて、サブキャリアデインターリーブ部59及び識別子サブキャリア検出部62に供給される。

【0102】識別子サブキャリア検出部62は、識別子のサブキャリアを検出して識別子サブキャリア復調部63に与え、識別子サブキャリア復調部63は復調することにより識別子を得る。この識別子がサブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56に供給される。サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56は、識別子に基づいて、送信側のサブキャリアインターリーブ手順に対応するサブキャリアデインターリーブ手順を選択させる。

【0103】サブキャリアデインターリーブ手順選択部57は、選択したサブキャリアデインターリーブ手順をサブキャリアデインターリーブ部59に与える。これにより、受信サブキャリアはデインターリーブされて復調部64に供給される。復調部64は、元の順番に戻されたサブキャリアに対してデマッピング処理及びビット判定等の処理を施して、元の順データ系列を得る。

【0104】他の作用は図1の実施の形態と同様である。

【0105】このように本実施の形態においては、複数のサブキャリアインターリーブ手順から送信するデジタルデータ系列に施すサブキャリアインターリーブ手順を選択することができるので、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることができる。これにより、伝送誤りを軽減させて、スループットを向上させることが可能となると共に、送受信装置の低消費電力化を図ることもできる。また、選択したサブキャリアインターリーブ手順の情報を識別子として付加して送信しているので、送受信機において、組み合わせテーブルを備えることなくサブキャリアデインターリーブが可能である。

【0106】また、送信側は、複数のサブキャリアインターリーブ手順記憶部を並列に有する構成で記述してあるが、サブキャリアインターリーブに必要な並べ替えテーブルをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。サブキャリアインターリーブ手順を示す識別子は、並べ替えテーブルそのものを示す必要はなく、送信側と受信側で取り決めたサブキャリアインターリーブ手順とサブキャリアデインターリーブ手順との組み合わせを表す番号等でよい。これと対をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0107】上記各実施の形態においては、識別子を送信データ系列に識別子ビットとして付加する例である。この場合には、図7の説明図に示す付加の方法が考えられる。

【0108】図7(a)は一つのOFDMシンボルを先頭の識別子ビット70とそれに続く送信データビット系列71で構成した例である。図7(b)は一つのOFDMシンボルを先頭の送信データビット系列(1)73と中央の識別子ビット72とそれに続く送信データビット系列(2)74で構成した例である。また、図7(c)は一つのOFDMシンボルを先頭の送信データビット系列76とそれに続く識別子ビット75で構成した例である。

【0109】図8は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図8において図1と同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。本実施の形態は、識別子を識別子ビットとしてではなく、識別子サブキャリアとして付加する例を示している。本実施の形態は送信するOFDMシンボルの時間波形の最大振幅値を低くするために、送信データ系列にスクランブル系列を掛ける方法を採用している。

【0110】変調部17はスクランブル部10の出力を所定の変調方式でOFDMサブキャリア変調して、送信データ系列に基づくOFDMサブキャリア系列を生成する。本実施の形態においては、変調部17からのOFDMサブキャリア系列は、識別子サブキャリア付加部81を介して送信OFDM信号生成部18に供給されるようになっている。

【0111】識別子サブキャリア付加部81にはスクランブル方法選択制御部14から送信側で選択したスクランブル系列についての情報が供給される。識別子サブキャリア付加部81はこの情報を識別子として付加する。本実施の形態においては、識別子サブキャリア付加部81は、識別子を変調部17からのOFDMサブキャリア系列に識別子サブキャリアとして付加するようになっている。

【0112】識別子サブキャリア付加部81において識別子キャリアが付加されたOFDMサブキャリア系列は送信OFDM信号生成部18に供給される。

【0113】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは、受信OFDM信号受信部82に供給される。受信OFDM信号受信部82は、入力されたOFDMシンボルに対してガード期間の除去処理及びフーリエ変換処理を行って、サブキャリア系列に戻して識別子サブキャリア検出部84及び復調部83に出力する。復調部83は、サブキャリア系列に対してデマッピング処理及びビット判定等の処理を施して、デジタルデータ系列に戻してデスクランブル部25に出力する。

【0114】識別子サブキャリア検出部84は、再生されたサブキャリア系列から識別子のサブキャリアを検出

して識別子サブキャリア復調部85に出力する。識別子サブキャリア復調部85は、識別子のサブキャリアを復調して識別子を得る。この識別子はデスクランブル方法選択制御部26に供給される。

【0115】これにより、本実施の形態においても図1の実施の形態と同様に、送信側で用いられたスクランブル系列に対応したデスクランブル系列が選択されてデスクランブル部25に供給される。

【0116】他の構成は図1の実施の形態と同様である。

【0117】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0118】基地局では、送信データ系列にスクランブルが掛けられる。即ち、スクランブル方法選択制御部14は、選択すべきスクランブル系列をスクランブル系列選択部15に指示する。スクランブル系列選択部15は、この指示に従ってスクランブル系列11#1乃至11#Nから出力されるスクランブル系列#1乃至#Nの1つを選択する。選択されたスクランブル系列がスクランブル部10に与えられ、スクランブル部10は送信データ系列にスクランブルを施す。スクランブル部10の出力は変調部17によってOFDMサブキャリア系列に変換されて識別子サブキャリア付加部81に供給される。

【0119】本実施の形態においては、スクランブル方法選択制御部14は、スクランブルに用いられたスクランブル系列を示す情報を識別子サブキャリア付加部81に供給している。識別子サブキャリア付加部81によって、スクランブル系列を示す識別子が識別子サブキャリアとして付加される。

【0120】識別子サブキャリアが付加されたOFDMサブキャリアは、送信OFDM信号生成部18に与えられて、高速逆フーリエ変換(IFFT)による時間信号への変換処理及びマルチパスによる遅延波成分を吸収するためのガード期間付加処理等の信号処理が行われてOFDMシンボルが生成される。

【0121】送信側における他の処理は図1の実施の形態と同様である。このように、送信側においては、識別子サブキャリアによって識別子を受信側に伝送する。

【0122】一方、受信側の無線端末は、受信部22からのOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部82に与えられる。受信OFDM信号受信部82によって、受信データはサブキャリア系列に戻されて、復調部83及び識別子サブキャリア検出部84に供給される。復調部83はサブキャリア系列を元のデジタルデータ系列に戻してデスクランブル部25に出力する。

【0123】識別子サブキャリア検出部84は、識別子のサブキャリアを検出して識別子サブキャリア復調部85に与え、識別子サブキャリア復調部85は復調することにより識別子を得る。この識別子がデスクランブル方

法選択制御部26に供給される。デスクランブル方法選択制御部26は、識別子に基づいて、送信側のスクランブル方法に対応するデスクランブル方法を選択させる。

【0124】デスクランブル系列選択部27は、選択したデスクランブル方法をデスクランブル部25に与える。これにより、受信デジタルデータ系列はデスクランブルされて元の受信データ系列が得られる。

【0125】他の作用は図1の実施の形態と同様である。

【0126】このように本実施の形態においては、送信OFDMサブキャリア系列に直接識別子を挿入しており、図1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0127】また、本実施の形態においては、送信側では、複数のスクランブル系列生成部を並列に有する構成で記述してあるが、スクランブル系列生成に必要な生成多項式のみをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。従って、スクランブル系列を示す識別子も、スクランブル系列そのものでなくてよく、送信側と受信側で取り決めた番号等の識別子であってもよいし、生成多項式を記述する16進数や8進数の数字でもよい。これに對をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0128】図9は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図9において図4及び図8と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0129】本実施の形態は、OFDMシンボルの時間波形を変化させるために符号化方法を選択すると共に、識別子をサブキャリアによって伝送するようにした例である。

【0130】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなく符号化を施す点が図8の実施の形態と異なる。送信データ系列は符号化を施す単位に区切られて符号化部30に供給される。送信側において複数の符号化方法#1乃至#Nから1つを選択して符号化部30で用いることは図4の実施の形態と同様である。

【0131】また、符号化方法選択制御部34は選択した符号化方法の情報を識別子サブキャリア付加部81に出力する。識別子サブキャリア付加部81が識別子を識別子サブキャリアによって伝送することは図8の実施の形態と同様である。

【0132】一方、受信側においては、復調部83からのデジタルデータ系列は復号化部39に与えられる。受信側においては、復号化方法選択制御部36によって、送信側で用いた符号化方法#1乃至#Nに対応した復号化方法#1乃至#Nが選択されており、復号化部39は、指定された復号化方法で復号を行うことによって、元のデジタルデータ系列を復元して出力するようになっている。

【0133】他の構成は、図4及び図8の実施の形態と同様である。

【0134】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0135】デジタル送信データ系列は、符号化を行う単位に区切られて符号化部30に入力される。符号化方法選択部35は、符号化方法選択制御部34に制御されて、複数の符号化方法#1乃至#Nのうちの1つを選択して符号化部30に出力する。符号化部30はデジタル送信データ系列を、指定された符号化方法で符号化して変調部17に出力する。変調部17によってサブキャリア系列が得られて、識別子サブキャリア付加部81を介して送信OFDM信号生成部18に供給される。

【0136】識別子サブキャリア付加部81には符号化方法選択制御部34から符号化に用いられた符号化方法を示す情報が与えられており、識別子サブキャリア付加部81は、この情報を識別子サブキャリアとして送信データに基づくサブキャリア系列に付加して出力する。

【0137】送信側における他の処理は図4及び図8の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であっても符号化方法によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数の符号化方法#1乃至#Nから送信に用いる符号化方法を選択して符号化を行っているため、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小さくすることが可能である。

【0138】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部82に与えられて、サブキャリア系列が得られる。このサブキャリア系列は復調部83によってデジタルデータ系列に復調されて復号化部39に与えられる。

【0139】また、受信OFDM信号受信部82の出力は識別子サブキャリア検出部84にも与えられて識別子サブキャリアが検出される。識別子サブキャリアから復調された識別子は復号化方法選択制御部36に与えられて、送信側の符号化に対応した復号化方法が選択される。

【0140】復号化部39は指定された復号化方法で復調部83の出力を復号化することによって、受信デジタルデータ系列を得る。

【0141】他の作用は図4及び図8の実施の形態と同様である。

【0142】このように、本実施の形態においては、図4及び図8の実施の形態と同様の効果が得られることは明らかである。

【0143】また、送信側では、複数の符号化方法を並列に有する構成で記述してあるが、符号化に必要な生成多項式のみをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。また、符号化方法を示す識別子も、符号化を表現する生成多項式そのものでなくてよく、送信側と受信側で取り決めた番号等の識別子でもよいし、生成多項式を記

述する16進数や8進数の数字でもよい。これに対をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0144】図10は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図10において図5及び図8と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0145】本実施の形態は、OFDMシンボルの時間波形を変化させるためにビットインターリーブ手順を選択すると共に、識別子をサブキャリアによって伝送するようにした例である。

【0146】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなくビットインターリーブを施す点が図8の実施の形態と異なる。送信データ系列はビットインターリーブを施す単位に区切られてビットインターリーブ部40に供給される。送信側において複数のビットインターリーブ手順#1乃至#Nから1つを選択してビットインターリーブ部40で用いることは図5の実施の形態と同様である。

【0147】また、ビットインターリーブ手順選択制御部44は選択したビットインターリーブ手順の情報を識別子サブキャリア付加部81に出力する。識別子サブキャリア付加部81が識別子を識別子サブキャリアによって伝送することは図8の実施の形態と同様である。

【0148】一方、受信側においては、復調部83からのデジタルデータ系列はビットインターリーブ部49に与えられる。受信側においては、ビットインターリーブ手順選択制御部46によって、送信側で用いたビットインターリーブ手順#1乃至#Nに対応したビットインターリーブ手順#1乃至#Nが選択されており、ビットインターリーブ部49は、指定されたビットインターリーブ手順で復号を行うことによって、元のデジタルデータ系列を復元して出力するようになっている。

【0149】他の構成は、図5及び図8の実施の形態と同様である。

【0150】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0151】デジタル送信データ系列は、ビットインターリーブを行う単位に区切られてビットインターリーブ部40に入力される。ビットインターリーブ手順選択部45は、ビットインターリーブ手順選択制御部44に制御されて、複数のビットインターリーブ手順#1乃至#Nのうちの1つを選択してビットインターリーブ部40に出力する。ビットインターリーブ部40はデジタル送信データ系列を、指定されたビットインターリーブ手順でビットインターリーブして変調部17に出力する。変調部17によってサブキャリア系列が得られて、識別子サブキャリア付加部81を介して送信OFDM信号生成部18に供給される。

【0152】識別子サブキャリア付加部81にはビットインターリーブ手順選択制御部44からビットインター

リーブに用いられたビットインターリーブ手順を示す情報が与えられており、識別子サブキャリア付加部81は、この情報を識別子サブキャリアとして送信データに基づくサブキャリア系列に付加して出力する。

【0153】送信側における他の処理は図5及び図8の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であってもビットインターリーブ手順によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数のビットインターリーブ手順#1乃至#Nから送信に用いるビットインターリーブ手順を選択してビットインターリーブを行っているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小さくすることが可能である。

【0154】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部82に与えられて、サブキャリア系列が得られる。このサブキャリア系列は復調部83によってデジタルデータ系列に復調されてビットデインターリーブ部49に与えられる。

【0155】また、受信OFDM信号受信部82の出力は識別子サブキャリア検出部84にも与えられて識別子サブキャリアが検出される。識別子サブキャリアから復調された識別子はビットデインターリーブ手順選択制御部46に与えられて、送信側のビットインターリーブに対応したビットデインターリーブ手順が選択される。

【0156】ビットデインターリーブ部49は指定されたビットデインターリーブ手順で復調部83の出力をビットデインターリーブすることによって、受信デジタルデータ系列を得る。

【0157】他の作用は図5及び図8の実施の形態と同様である。

【0158】このように、本実施の形態においては、図5及び図8の実施の形態と同様の効果が得られることは明らかである。

【0159】また、送信側は、複数のビットインターリーブ手順記憶部を並列に有する構成で記述してあるが、ビットインターリーブに必要な並べ替えテーブルをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。ビットインターリーブ手順を示す識別子は、並べ替えテーブルそのものを示す必要はなく、送信側と受信側で取り決めたビットインターリーブ手順とビットデインターリーブ手順との組み合わせを表す番号等でよい。これと対をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0160】図11は本発明の他の実施の形態を示すブロック図である。図10において図6及び図8と同一の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0161】本実施の形態は、OFDMシンボルの時間波形を変化させるためにサブキャリアインターリーブ手順を選択すると共に、識別子をサブキャリアによって伝

送するようにした例である。

【0162】本実施の形態は、送信データ系列にスクランブルを施すのではなくサブキャリアインターリーブを施す点が図8の実施の形態と異なる。送信データ系列はOFDMシンボルを生成する単位に区切られて変調部17に供給される。変調部17によってサブキャリア変調された送信サブキャリア系列がサブキャリアインターリーブ部50に供給される。送信側において複数のサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nから1つを選択してサブキャリアインターリーブ部50で用いることは図6の実施の形態と同様である。

【0163】また、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54は選択したサブキャリアインターリーブ手順の情報を識別子サブキャリア付加部81に出力する。識別子サブキャリア付加部81が識別子を識別子サブキャリアによって伝送することは図8の実施の形態と同様である。

【0164】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部82に与えられて、サブキャリア系列が得られる。このサブキャリア系列はサブキャリアデインターリーブ部59に与えられる。受信側においては、サブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56によって、送信側で用いたサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nに対応したサブキャリアデインターリーブ手順#1乃至#Nが選択されており、サブキャリアデインターリーブ部59は、指定されたサブキャリアデインターリーブ手順でサブキャリアデインターリーブを行い、復調部82にて元のデジタルデータ系列を復元して出力するようになっている。

【0165】他の構成は、図6及び図8の実施の形態と同様である。

【0166】次に、このように構成された実施の形態の動作について説明する。

【0167】デジタル送信データ系列は、OFDMシンボルを生成する単位に区切られて変調部17に入力される。変調部17は送信データ系列をサブキャリアデータ系列に変換してサブキャリアインターリーブ部50に出力する。サブキャリアインターリーブ手順選択部55は、サブキャリアインターリーブ手順選択制御部54に制御されて、複数のサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nのうちの1つを選択してサブキャリアインターリーブ部50に出力する。

【0168】サブキャリアインターリーブ部50は、指定されたサブキャリアインターリーブ手順で、サブキャリアデータ系列をサブキャリアインターリーブして識別子サブキャリア付加部81に出力する。

【0169】識別子サブキャリア付加部81にはサブキャリアインターリーブ手順選択制御部54からサブキャリアインターリーブに用いられたサブキャリアインター

リープ手順を示す情報が与えられており、識別子サブキャリア付加部81は、この情報を識別子サブキャリアとして送信データに基づくサブキャリア系列に付加して出力する。

【0170】送信側における他の処理は図6及び図8の実施の形態と同様である。送信OFDM信号生成部18から出力されるOFDMシンボルの時間波形は、同一の送信データ系列であってもサブキャリアインターリーブ手順によって変化し、その最大振幅も変化する。送信側においては、複数のサブキャリアインターリーブ手順#1乃至#Nから送信に用いるサブキャリアインターリーブ手順を選択してサブキャリアインターリーブを行っているので、OFDMシンボルの時間波形の最大振幅を比較的小くすることが可能である。

【0171】一方、受信側においては、受信部22からのOFDMシンボルは受信OFDM信号受信部82に与えられて、サブキャリア系列が得られる。このサブキャリア系列は識別子サブキャリア検出部84に与えられて識別子サブキャリアが検出される。識別子サブキャリアから復調された識別子はサブキャリアデインターリーブ手順選択制御部56に与えられて、送信側のサブキャリアインターリーブに対応したサブキャリアデインターリーブ手順が選択される。

【0172】受信OFDM信号受信部82からのサブキャリア系列はサブキャリアデインターリーブ部59に与えられて、指定されたサブキャリアデインターリーブ手順でサブキャリアデインターリーブされる。こうして、元の順番のサブキャリア系列が復調部83に供給されて、受信デジタルデータ系列が得られる。

【0173】他の作用は図6及び図8の実施の形態と同様である。

【0174】このように、本実施の形態においては、図6及び図8の実施の形態と同様の効果が得られることは明らかである。

【0175】また、送信側は、複数のサブキャリアインターリーブ手順記憶部を並列に有する構成で記述してあるが、サブキャリアインターリーブに必要な並べ替えテーブルをメモリに蓄積しておくだけの構成でもよい。サブキャリアインターリーブ手順を示す識別子は、並べ替えテーブルそのものを示す必要はなく、送信側と受信側で取り決めたサブキャリアインターリーブ手順とサブキャリアデインターリーブ手順との組み合わせを表す番号等でよい。これと対をなす受信側も、送信側と同様な構成でよい。

【0176】上記図6乃至図11の形態においては、識別子をサブキャリアによって伝送する例を示した。この場合には、図12の説明図に示す付加の方法が考えられる。図12は識別子サブキャリアを付加したOFDMサブキャリアを示している。

【0177】周波数領域でサブキャリアを変調するOF

DM伝送方式では、一つのOFDM信号を構成する複数のサブキャリアのうち、実線で示すサブキャリアを送信データ系列により変調し、破線で示すサブキャリアを識別子により変調する。識別子サブキャリアについては、サブキャリアインターリーブの対象外とすることで、識別子を受信側において認識可能にすることができる。

【0178】なお、識別子サブキャリアの本数は、送受信装置で予め用意するスクランブル方法の数、符号化方法の数、ビットインターリーブ手順の数、サブキャリアインターリーブ手順の数を表現可能な数に設定する。また、この本数はサブキャリアの変調方式にも依存する。

【0179】図13及び図14は識別子として送信側と受信側とで対となる組み合わせを伝送する場合の組み合わせの例を示す図表である。図13はサブキャリア変調としてASK変調を行う場合の例を示し、図14はサブキャリア変調としてBPSK変調を行う場合の例を示している。また、識別子として3本のサブキャリアを利用するものとしている。

【0180】例えば、送受信装置で8通りの組合せを有するスクランブル/デスクランブル方法、符号化/復号化方法、ビットインターリーブ手順/ビットデインターリーブ手順、サブキャリアインターリーブ手順/サブキャリアデインターリーブ手順を用意しているものとする。

【0181】この場合には、ASK変調のサブキャリアで表現するには、図13に示すように、3本のサブキャリアを必要とし、サブキャリアのON/OFFで識別子を伝送する。サブキャリアの振幅値や位相は全く問わない。サブキャリア振幅の有/無で識別子を伝送するのである。

【0182】また、BPSK変調のサブキャリアで表現するには、図14に示すように、ASK変調と同様に3本のサブキャリアを必要とし、3本のサブキャリアの位相で識別子を伝送する。もちろん、多値PSK変調を利用すると、識別子に割り当てるサブキャリア数を削減できるので、送信データ系列を多くのサブキャリアに割り当てることができる。例えば、QPSKの場合、2本のサブキャリアを利用すると16通りの識別子を伝送することができる。もちろん、QAM等の高効率変調方式を利用すれば、1本のサブキャリアでも多くの識別子を伝送することが可能となる。

【0183】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、OFDM時間波形の振幅変動を抑圧し、送信平均電力を向上させることによりデータ伝送時の伝送誤りを軽減することができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るOFDM信号送受信装置の一実施の形態を示すブロック図。

【図2】本発明に係るOFDM信号送受信方法の一実施

の形態を示すフローチャート。

【図3】本発明に係るOFDM信号送受信方法の一実施の形態を示すフローチャート。

【図4】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図5】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図6】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図7】実施の形態を説明するための説明図。

【図8】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図9】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図10】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図11】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

【図12】実施の形態を説明するための説明図。

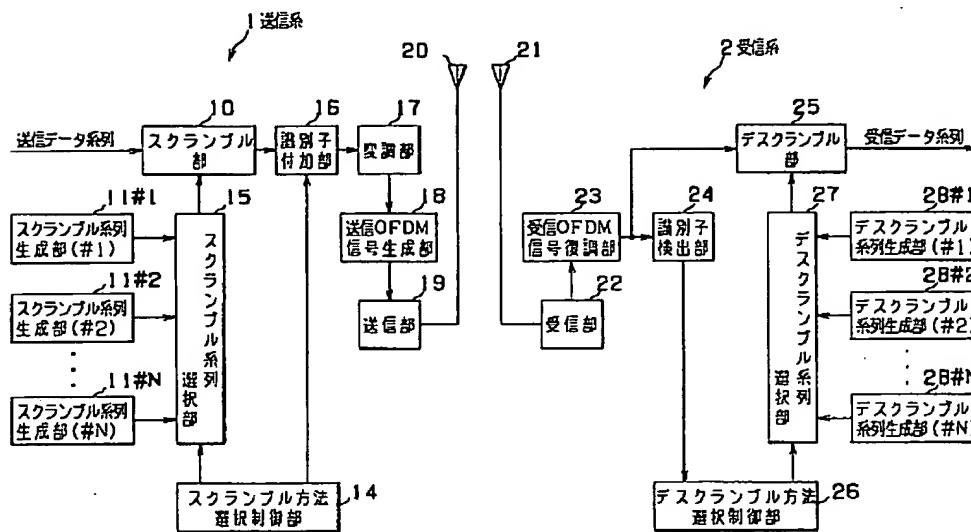
【図13】実施の形態を説明するための図表。

【図14】実施の形態を説明するための図表。

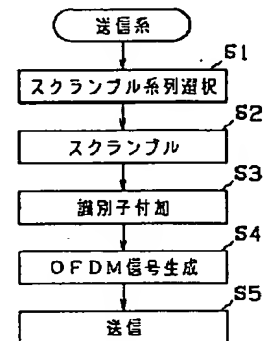
【符号の説明】

10…スクランブル部、11#1乃至11#N…スクランブル系列生成部、14…スクランブル方法選択制御部、15…スクランブル系列選択部、16…識別子付加部、24…識別子検出部、25…デスクランブル部、26…デスクランブル方法選択制御部、27…デスクランブル系列選択部、28#1乃至28#N…デスクランブル系列生成部

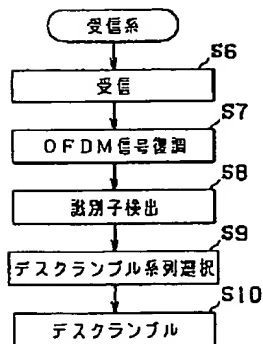
【図1】



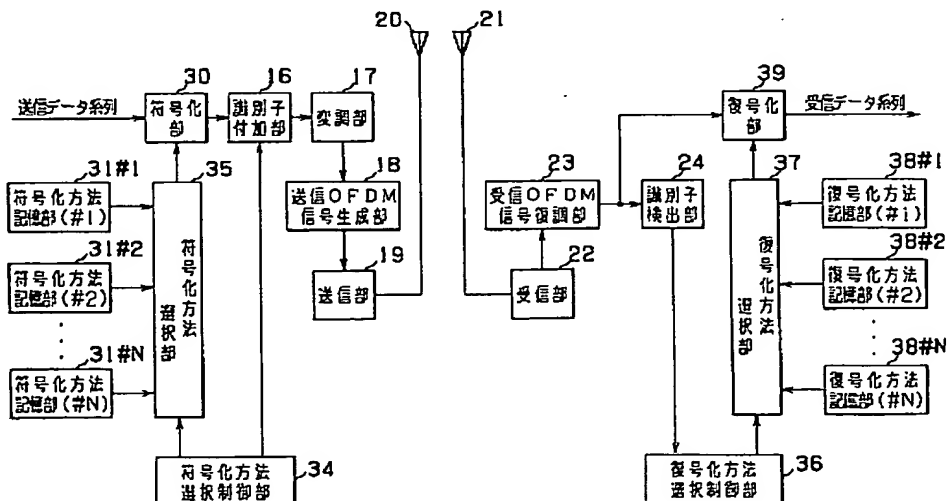
【図2】



【図3】

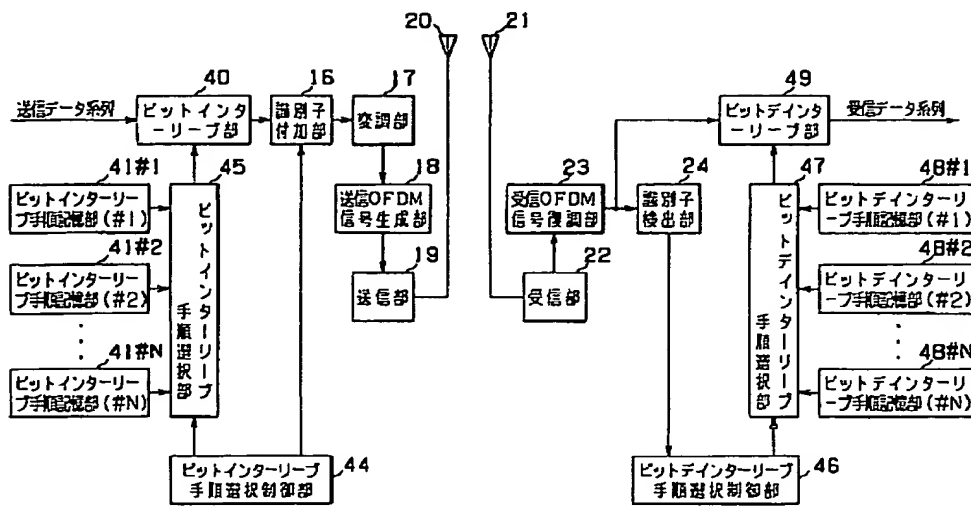


【図4】

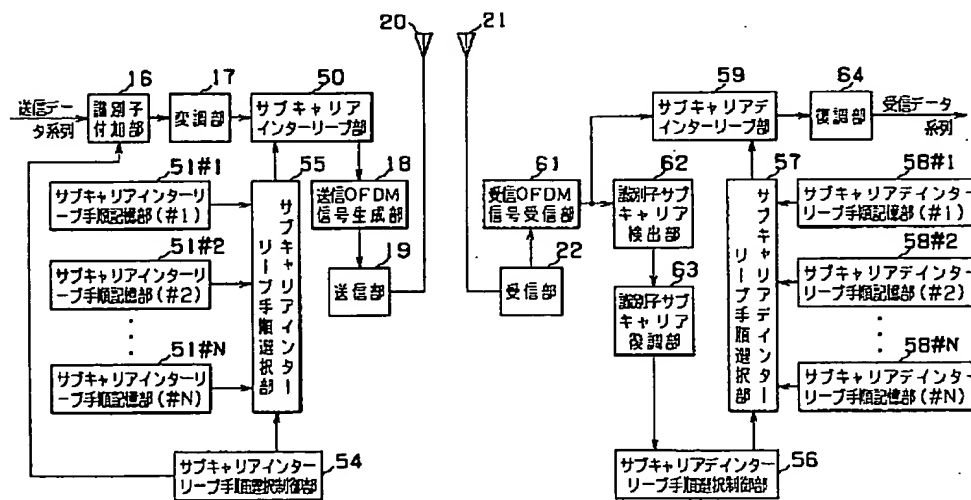




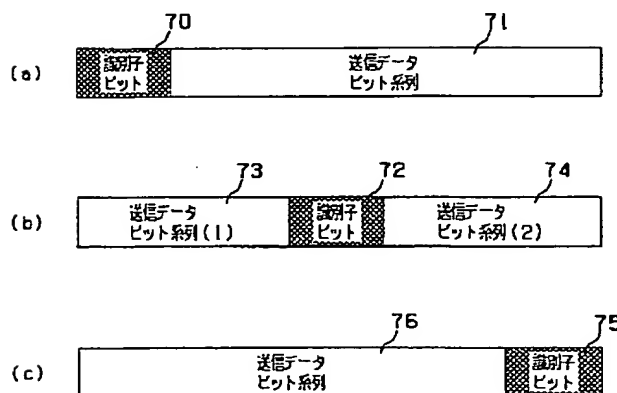
【図5】



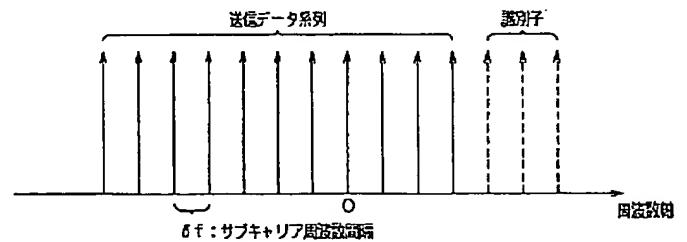
【図6】



【図7】

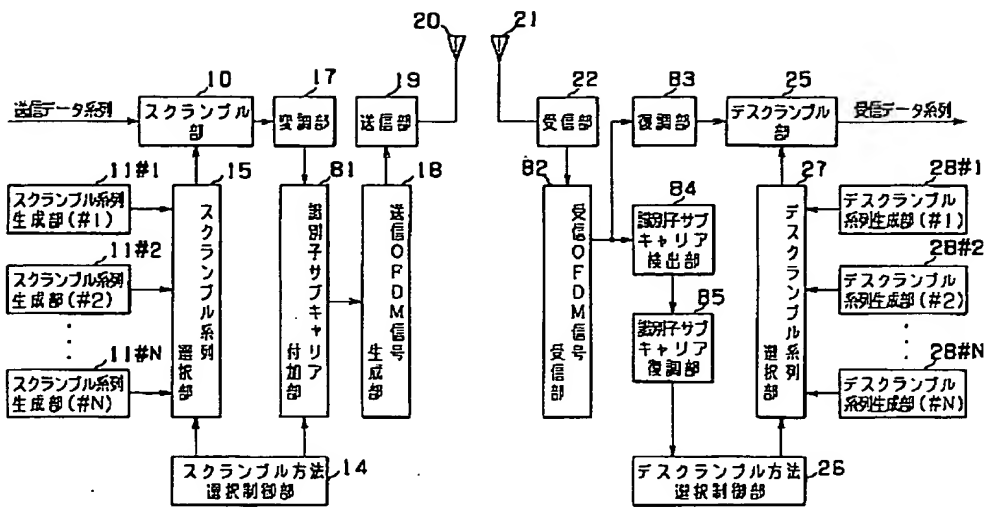


【図12】

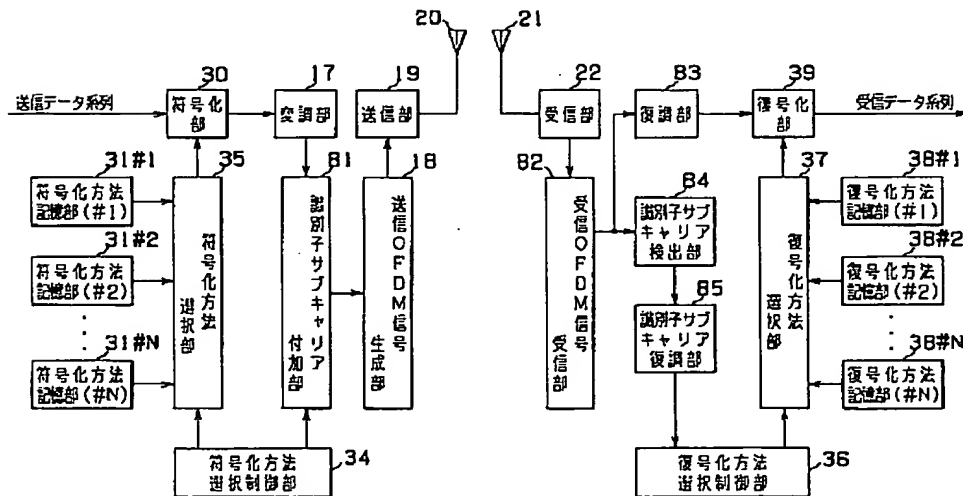




【図8】



【図9】



【図13】

●ASK変調の場合

組合せ番号	サブキャリア1	サブキャリア2	サブキャリア3
0	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF
3	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON
5	ON	OFF	ON
6	OFF	ON	ON
7	ON	ON	ON

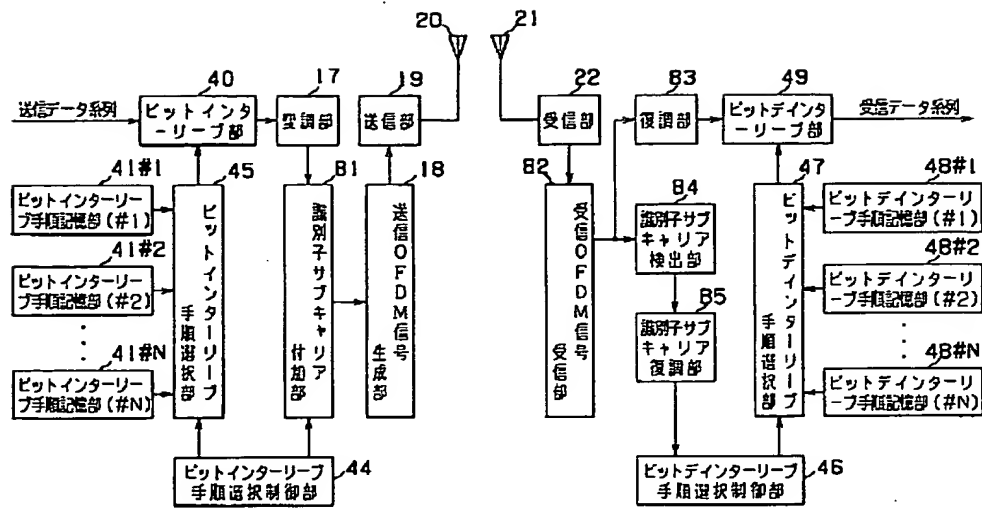
【図14】

●BPSKの場合

組合せ番号	サブキャリア1	サブキャリア2	サブキャリア3
0	0	0	0
1	$\pi$	0	0
2	0	$\pi$	0
3	$\pi$	$\pi$	0
4	0	0	$\pi$
5	$\pi$	0	$\pi$
6	0	$\pi$	$\pi$
7	$\pi$	$\pi$	$\pi$

単位(rad)

【図10】



【図11】

